

UNCLASSIFIED

## Defense Technical Information Center Compilation Part Notice

ADP010558

TITLE: Evaluation de L'Effet du Vieillissement  
des Equipages sur les Consequences du Decalage  
Horaire [Evaluation of Crew Members Aging on  
Jet-Lag Consequences]

DISTRIBUTION: Approved for public release, distribution unlimited

This paper is part of the following report:

TITLE: Operational Issues of Aging Crewmembers  
[les Consequences operationnelles du  
vieillissement des equipages]

To order the complete compilation report, use: ADA388423

The component part is provided here to allow users access to individually authored sections of proceedings, annals, symposia, ect. However, the component should be considered within the context of the overall compilation report and not as a stand-alone technical report.

The following component part numbers comprise the compilation report:

ADP010557 thru ADP010582

UNCLASSIFIED

# EVALUATION DE L'EFFET DU VIEILLISSEMENT DES EQUIPAGES SUR LES CONSEQUENCES DU DECALAGE HORAIRE

*Médecin en Chef Didier LAGARDE\*, Mme Denise BATEJAT\*, Médecin Principal Maurice BEAUMONT\*,  
Médecin Principal Bruno SICARD\*\*, Mr Pascal VAN BEERS\*, Pharmacien Chimiste Principal Christophe PIERARD\*,  
Dr Laurent RAMONT\*, Mr Philippe BILLAUD\*, Mme Françoise CHAUFFARD\*\*\*\*, Dr Johnatan FRENCH\*\*\*.*

*\* Institut de Médecine Aéronautique du Service de Santé des Armées, B.P. 73, 91223 Brétigny sur Orge Cedex, France*

*\*\* Etat-Major de la Marine, Antenne "Programmes", B.P. 55, 83800 Toulon Naval, FRANCE*

*\*\*\* Armstrong Laboratory, Brooks Air Force Base, 2509 Kennedy Circle, Texas 78235-5118, USA*

*\*\*\*\* Centre de Recherche NESTEC S.A., Vers chez les Blanc, P.O. Box 44, CH-1000 Lausanne 26, SUISSE*

## RESUME

**Introduction :** L'effet du franchissement rapide de plusieurs fuseaux horaires entraîne chez le personnel navigant et militaire des perturbations des rythmes gouvernés par l'horloge biologique. Il en résulte un syndrome de désynchronisation plus ou moins marqué selon les individus. L'asthénie et les troubles du sommeil constituent les signes classiquement retrouvés auxquels peuvent s'ajouter des baisses de performances cognitives (attention et mémoire) et des dégradations des capacités physiques (puissance et endurance).

Le propos de cette étude est de rechercher un éventuel effet de l'âge sur la sensibilité individuelle au décalage horaire.

**Méthodes :** La recherche de l'influence de l'âge est réalisée dans le cadre d'une étude franco-américaine plus vaste appelée Opération Pégase, dans laquelle la resynchronisation des rythmes biologiques et l'effet du décalage horaire sur les performances opérationnelles des sujets sont étudiés.

Neuf sujets ont subi, dans des conditions opérationnelles militaires et sans aide pharmacologique, un décalage horaire de sept fuseaux suite à un vol vers l'Est. L'effet âge est évalué sur des tests caractérisant la vigilance et l'humeur des patients (Echelle Visuelle Analogique, Agenda de Sommeil, Fréquence Critique de Fusion Lumineuse), un test d'attention (Barrage de Signes), et des tests de performances physiques (force de poigne et détente verticale). Chaque test est réalisé le matin et l'après-midi des dix jours suivant le décalage horaire.

**Résultats :** Les sujets présentent un âge moyen de  $37 \pm 8,2$  ans. Ils sont répartis en deux groupes : les sujets de moins de 35 ans et les sujets de plus de 35 ans.

Il n'y a pas d'effet âge sur les différents tests de performances physiques ainsi que sur le test d'attention. L'effet âge est quasiment inexistant sur le test de la Fréquence Critique de Fusion Lumineuse permettant d'évaluer l'éveil cognitif du système nerveux central. Concernant le questionnaire de l'Agenda de Sommeil, autre test de vigilance, les sujets jeunes ont une qualité subjective de sommeil moins bonne que les vétérans, au cours des deuxième, huitième et neuvième nuits suivant le décalage horaire.

L'effet âge sur l'humeur des sujets n'est apparent que du deuxième au cinquième jour. Le matin du deuxième jour, les vétérans se sentent mieux que les jeunes, dans dix

items sur seize explorés dans les Echelles Visuelles Analogiques. Ce sentiment se retrouve les quatrième et cinquième jours, mais de façon plus limitée. Une sensation d'ennui des vétérans est à noter au matin du huitième jour.

En ce qui concerne les pressions artérielles et fréquences cardiaques mesurées, les vétérans présentent de façon discontinue, une fréquence cardiaque orthostatique plus faible que les jeunes.

**Conclusion :** L'influence du facteur âge apparaît modérée sur la vigilance du sujet mais il présente un impact plus important sur l'évaluation personnelle de l'humeur, surtout marqué aux deuxième et cinquième jours, tout en n'étant pas discriminant sur les performances physiques et cognitives.

Ainsi, cette expérimentation réalisée dans des conditions de déploiement opérationnel de troupes ne confirme pas globalement les données de la littérature. Les sujets plus âgés, peut-être en raison de leur expérience, ne semblent pas être réellement pénalisés dans le cadre expérimental choisi.

## 1. INTRODUCTION

Au cours des vols de longue durée, les pilotes civils mais aussi militaires sont sujets au décalage horaire. Les symptômes sont différents pendant les vols militaires, par exemple, pendant le déploiement de troupes, du fait du stress et du manque de confort.

Avant d'étudier les effets de ce type particulier de décalage horaire et d'évaluer ses conséquences avec le vieillissement et du fait de la relation entre vigilance et sommeil, nous ferons un rappel des modifications physiologiques du sommeil liées à l'âge. Nous poursuivrons par la présentation d'un exemple de syndrome de décalage horaire en situation militaire, et conclurons par quelques recommandations.

## 2. MODIFICATIONS PHYSIOLOGIQUES LIEES AU VIEILLISSEMENT

Les principales dégradations qui se produisent à partir de 35 ans sont une diminution de l'amplitude des rythmes circadiens, une avance de phase et un raccourcissement de période des rythmes de la température, de la mélatonine et du cycle jour-nuit, une augmentation des latences d'endormissement et des stades 1 et 2, une diminution du sommeil lent et une fragmentation du

sommeil paradoxal (augmentation des éveils nocturnes) (2, 10, 12). Ces phénomènes peuvent s'expliquer par une réduction de la sensibilité de la rétine à la lumière et par des modifications morphologiques et chimiques du noyau suprachiasmatique et de l'épiphyse (diminution de la sécrétion de mélatonine). La mauvaise qualité de sommeil qui en résulte, affecte les performances et l'humeur des sujets. Une étude détaillée des modifications du sommeil au cours du vieillissement sera exposée dans une autre présentation de ce colloque.

### 3• LE SYNDROME DE DECALAGE HORAIRE

La définition du décalage horaire est la suivante : "syndrome de retard temporel des pilotes d'avion". De nombreux symptômes cliniques apparaissent en raison de vols transméridiens rapides et répétés (1, 4, 8), tels que des perturbations du sommeil avec insomnie nocturne et somnolence diurne, une réduction des performances physiques et cognitives, parfois des perturbations gastro-intestinales. Le personnel navigant peut aussi présenter des effets chroniques du décalage horaire, comme des ulcères gastriques, des problèmes intestinaux, une fatigue chronique avec des insomnies et parfois une dépression nerveuse.

L'étiologie du décalage horaire est mal connue. Trois aspects sont impliqués : la fatigue du voyage (observée aussi dans les vols nord-sud), la lenteur et l'irrégularité d'adaptation du rythme endogène à la nouvelle heure locale (au moins la privation de sommeil) et la capacité à réagir à ces perturbations en particulier la récupération au cours du sommeil.

Les paramètres variant au cours du syndrome de décalage horaire sont résumés dans le tableau suivant :

<b>PARAMETRES INDIVIDUELS</b>	<b>PARAMETRES ENVIRONNEMENTAUX</b>
-age	-direction du vol
-sexe	-bruits et température
-petit ou gros dormeur	-disputes
-"du matin" ou "du soir"	-litterie
-facilité à dormir	-environnement psychologique
-privation de sommeil	

Tableau 1 : Paramètres variant au cours du syndrome de décalage horaire

### 4• L'OPERATION PEGASE

Afin d'illustrer les effets du décalage horaire et particulièrement l'influence de l'âge, nous présentons les résultats d'une expérience en conditions réelles appelée "Opération Pégase".

Il s'agissait d'un exemple de déploiement de troupes qui induisait un décalage horaire et dans une moindre mesure une privation de sommeil. Cette situation provoquait de la fatigue et une baisse de la vigilance et des performances.

Il s'agissait d'une collaboration originale entre l'armée de l'air française, l'US Air Force, l'IMASSA (Institut de Médecine Aérospatiale du Service de Santé des Armées), l'Armstrong Laboratory et la société NESTLE. Cette

expérience unique impliquait trois avions militaires (KC 135), 60 personnes étaient mobilisées. Un décalage horaire de 7 heures était provoqué par un vol transméridien vers l'Est entre San Antonio (Texas, USA) et Mont de Marsan (France), dans un contexte opérationnel, avec une population représentative (27 sujets sains, féminins et masculins, réservistes de l'US Air Force).

Au cours de cette expérimentation, nous avons évalué les vigilances subjective et objective, les performances physiques et cognitives, des taux hormonaux, et des paramètres physiologiques, soit au total 140 paramètres. Ceux-ci étaient évalués au cours de deux périodes de tests, la première le matin (entre 09:00 et 12:00) et l'autre l'après-midi (entre 14:00 et 17:00), et étaient enregistrés avant le vol (période de référence de 2 jours) et après le vol (période de resynchronisation de 10 jours). Chaque période incluait la mesure de la latence d'endormissement (caractérise le niveau de fatigue), l'évaluation visuelle analogique (évaluation de l'état d'éveil, de la capacité de concentration, de l'anxiété et de la thymie), le renseignement des agendas de sommeil (aspects qualitatif et quantitatif du sommeil des sujets), la mesure de la fréquence critique de fusion lumineuse (étude de l'éveil du système nerveux central et évaluation du stress et de la fatigue des sujets), le test de barrage de signes (BATP) (mesure de la performance attentionnelle des sujets), les tests de la STRES Battery (évaluation des performances psychomotrices), le test de force de poigne, les tests de sauts (simple ou multiple) (étude des performances physiques) et un examen clinique. Les autres paramètres étaient mesurés à différents moments du jour et/ou de la nuit : prise de température buccale, actimétrie (suivi de l'activité en continu des sujets), évaluation visuelle analogique (pendant le vol), polysomnographie, prélèvements salivaires (cortisol, mélatonine, caféine).

Dans ce protocole, nous avons comparé trois situations : placebo versus mélatonine versus caféine à libération prolongée (une nouvelle forme galénique de caféine : STINERGIC®).

Dans ce papier, nous ne nous sommes intéressés qu'au groupe placebo (9 sujets, 3 femmes et 6 hommes de 20 à 46 ans – 3 de moins de 35 ans et 6 de plus de 36 ans).

Afin de présenter le protocole de cette expérience, un film de 15 minutes a été projeté au cours de la présentation orale.

### 5• PRINCIPAUX RESULTATS

Des tests statistiques ont été réalisés en analysant les variances avec un facteur répété (l'âge) chez les jeunes et les vétérans (signification pour  $p < 0.05$ ). Dans le cas où une différence significative a été observée, un test de Newman-Keuls a été fait afin de classer ordinalement les résultats.

#### - Influence du décalage horaire (groupe entier)

Nous avons observé que 46 paramètres sur 140 ont été perturbés ou modifiés, ce qui représente 33%. Ces résultats démontrent l'effet globalement pénalisant du

décalage horaire sur une large population (27 femmes et hommes de 19 à 46 ans).

Nous voulons savoir si l'âge a induit des modifications supplémentaires sur les paramètres précédemment perturbés sans aide pharmacologique.

*- Influence de l'âge (groupe placebo)*

• **Tests psychologiques**

L'influence de l'âge était relativement limitée. Les résultats des échelles visuelles analogiques sont résumés dans le tableau suivant :

JOUR	CRITERE	VETERANS	JEUNES
J1	tous	NS	NS
J2	somnolent	- (p=0.018)	+ (p=0.018)
	idées claires	+ (p=0.004)	- (p=0.004)
	énergique	+ (p=0.006)	- (p=0.006)
	tranquille	+ (p=0.024)	- (p=0.024)
	vif d'esprit	+ (p=0.001)	- (p=0.001)
	rêveur	- (p=0.006)	+ (p=0.006)
	capable	+ (p=0.004)	- (p=0.004)
	amical	+ (p=0.014)	- (p=0.014)
	sociable	+ (p<0.001)	- (p<0.001)
	content	+ (p=0.044)	- (p=0.044)
	intéressé	NS	NS
	fort	NS	NS
	adroit	NS	NS
	relax	NS	NS
	heureux	NS	NS
	calme	NS	NS
J3	tous	NS	NS
J4	calme	+ (p=0.023)	- (p=0.023)
	relax	+ (p=0.044)	- (p=0.044)
	capable	+ (p=0.045)	- (p=0.045)
	autres	NS	NS
J5	rêveur	- (p=0.011)	+ (p=0.011)
	autres	NS	NS
J6	tous	NS	NS
J7	tous	NS	NS
J8	intéressé	- (p=0.039)	+ (p=0.039)
	autres	NS	NS
J9	tous	NS	NS
J10	tous	NS	NS

Tableau 2 : Influence de l'âge dans les Echelles Visuelles Analogiques

En résumé, au matin du deuxième jour, les vétérans se sentaient mieux que les sujets jeunes pour dix critères sur seize. Cela pourrait être dû à une meilleure qualité de sommeil chez les vétérans, comme cela a été démontré dans les agendas de sommeil la deuxième nuit ( $p<0.01$ ), la huitième nuit ( $p<0.05$ ) et la neuvième nuit ( $p<0.05$ ) après le décalage horaire. Cette influence de l'âge a aussi été observée les quatrième et cinquième jours mais de façon limitée. Il est aussi intéressant de noter qu'au matin du huitième jour, les vétérans avaient une sensation d'ennui.

Il apparaît donc que l'âge a eu un effet positif sur la vivacité (le deuxième jour de la resynchronisation), sans que les autres critères n'aient été modifiés.

Le test C.F.F. a aussi montré une influence de l'âge. Les personnes jeunes avaient des fréquences de fusion plus élevées comparées aux vétérans les premier ( $p=0.044$ ) et huitième ( $p=0.015$ ) jours, mais seulement pour les sessions de l'après-midi, jamais celles du matin. Cela pourrait démontrer une légère baisse de vigilance chez les vétérans l'après-midi.

Les autres tests de vigilance (BATP, STRES Battery, MSLT) n'ont montré aucune influence de l'âge.

• **Tests physiques**

Les résultats des différents tests sont résumés dans le tableau suivant :

TEST	VETERANS	JEUNES
Test de Poigne	NS	NS
Test de Saut (simple et multiple)	NS	NS

Tableau 3 : Influence de l'âge sur les tests physiques

Aucune différence induite par l'âge n'a été observée sur les performances physiques.

• **Tests hormonaux**

Deux paramètres ont été mesurés dans les échantillons salivaires : la mélatonine et le cortisol. Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

HORMONE	VETERANS	JEUNES
Mélatonine	NS	NS
Cortisol	NS	NS

Tableau 4 : Influence de l'âge sur les taux hormonaux

Quelle que soit l'hormone mesurée, aucune influence significative de l'âge n'a été observée.

• **Paramètres cliniques**

Deux paramètres cardiovasculaires ont été mesurés : la pression artérielle et la fréquence cardiaque.

Pour la pression artérielle, aucun effet significatif de l'âge n'a été noté entre les vétérans et les jeunes. Cependant, il est intéressant de noter que le décalage horaire a induit une augmentation de la pression artérielle, mais qui reste comparable chez les vétérans et les jeunes.

En ce qui concerne la fréquence cardiaque, la fréquence cardiaque orthostatique était plus faible chez les vétérans les deuxième ( $p=0.047$ ), troisième ( $p=0.003$ ), quatrième ( $p=0.007$ ), cinquième ( $p=0.001$ ), sixième ( $p=0.036$ ) et neuvième ( $p=0.016$ ) jours. Aucune différence significative n'a été observée pour la fréquence cardiaque de repos.

6• **DISCUSSION**

Cette expérience montre qu'à la suite du décalage horaire, les vétérans se sentent moins perturbés que les jeunes et ont une meilleure qualité de sommeil (temps total de sommeil supérieur). En particulier, bien qu'aucune différence significative ne soit observée entre les jeunes et les vétérans en ce qui concerne la tranquillité et le bien-être, il existe un effet positif sur la vivacité.

Ces résultats peuvent peut-être être expliqués par le fait que la légère baisse des performances physiques des vétérans (due au décalage horaire) est compensée par leur expérience et leur entraînement qui leur permettent d'obtenir des résultats similaires aux jeunes.

De plus, il est intéressant de noter que le décalage horaire a globalement les mêmes effets cardiaques chez les jeunes et les vétérans. Cependant, chez les vétérans, la fréquence cardiaque orthostatique est parfois plus faible. Ceci pourrait confirmer qu'à la suite du décalage horaire, les vétérans sont moins stressés et ont une meilleure adaptation grâce à leur expérience.

Cette étude montre que l'influence de l'âge est plutôt limitée chez les vétérans, aussi bien aux niveaux physique que psychologique. Cela tend à démontrer que dans des conditions militaires opérationnelles, les vétérans auraient les mêmes performances que les jeunes.

Ces résultats auraient été différents et plus significatifs si le plus âgé des vétérans avait eu plus de 46 ans : des variations plus importantes ont été rapportées dans la littérature (7, 9, 13) où les sujets sont plus vieux que dans notre cas ; au cours de l'âge mûr et après, les performances physiques et cognitives sont plus perturbées.

## 7• RECOMMANDATIONS

Entre 20 et 45 ans et à fortiori après 45 ans, il est conseillé de prendre des contre-mesures pour limiter les effets du décalage horaire.

Dans le cas de situation opérationnelle, les recommandations sont les suivantes :

- rester éveiller après un vol transméridien afin de s'exposer à la lumière du jour, de participer aux activités sociales et de faire de l'exercice physique. Il est aussi possible d'améliorer l'efficacité de ces mesures ou de les remplacer par la prise d'une pilule de caféine à libération prolongée (STINERGIC®) (5, 11).

- pour faciliter la récupération de sommeil, il n'est pas conseillé de dormir pendant les 10 heures précédant l'heure du coucher normal (en temps local), mais de prendre le soir, si les sujets peuvent disposer de 4 à 6 heures de repos (3), une pilule de zolpidem (STILNOX®), AMBIEN®, ...) avant d'aller au lit – aussi confortable que possible (5).

En situation opérationnelle, il n'est pas nécessaire de prendre de la mélatonine comme substance hypnotique ou chronobiotique dans le cas où la bonne dose et le bon moment d'administration ne sont pas connus dans votre situation. Trop de café (solution de caféine), du fait de ses effets secondaires, n'est pas conseillé ; l'alcool est interdit (6).

## 8• CONCLUSION

En situation militaire, l'influence de l'âge sur le syndrome de décalage horaire semble limité. Toutefois, il faut prêter attention à certains paramètres comme la fréquence cardiaque orthostatique ou ceux du sommeil. Des contre-mesures simples, sûres et efficaces existent afin de faciliter la récupération après un vol opérationnel transméridien.

## •REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier Messieurs Marc CATRYCKE et Stéphane DRUGEALT pour l'aide apportée à la rédaction de cet article.

## • REFERENCES

- 1 - ARENDT. J., ALDHOUS M., ENGLISH J., MARKS V. And ARENDT J-H. Some effects of jet lag and their alleviation by melatonin. *Ergonomia*, 1987, 30, 1379-1393.
- 2 - BLOIS R., FEINBERG I., GAILLARD J.M., KUPFER D.J. and WEBB W.B. Sleep in normal and pathological aging. *Experientia*, 1983, 39, 551-558.
- 3 - JEANNEAU A., LAGARDE D. D'une utilisation rationnelle des hypnotiques en aéronautique. *Med. Aéro. Spat.*, 1990, 29, 132-142.
- 4 - LAGARDE D. Décalage horaire - mettre les pendules biologiques à l'heure. *Le Concours Médical*, 1995, 3483-3488.
- 5 - LAGARDE D. Place de la pharmacopée dans la prévention du décalage horaire. *Bull. Soc. Path. Ex.*, 1997, 90, 291-292.
- 6 - LAGARDE D., DOIREAU Ph. Le décalage horaire. *Med. Trop.*, 1997, 57, 489-492.
- 7 - MOLINE. M., ZENDELL S. Le jet-lag, syndrome de décalage des transports aériens intercontinentaux - aspects actuels. *Bull. Veille-Sommeil*, 1991, 12-19.
- 8 - O'CONNOR. P., MORGAN. W., KOLTYN K., RAGLIN J., TURBER J. and KALIN N. Air travel across four time zones in college swimmers. *J. Appl. Physiol.*, 1991, 70, 756-763.
- 9 - REILLY. T., ATKINSON G., WATERHOUSE. J. Travel fatigue and jet-lag. *J. of Sports Sci.*, 1997, 15, 365-369.
- 10 - SCOTT R. and BUNDLIE M.D. Sleep in aging. *Geriatrics*, 1998, 53, S41-S43.
- 11 - SICARD B., LAGARDE D., BATEJAT D., CHAUFFARD F., ENSLEN M., TACHON P. Slow release caffeine : a valid pharmacological countermeasure, In AGARD CP-599 AMP Symposium on aeromedical support issues in contingency operation, held in Rotterdam, The Netherlands, Octobre 1997, 11-5-11-7.
- 12 - WEBB W.B. Age-related changes in sleep. *Clin. Geriatr. Med.*, 1989, 5, 275-287.
- 13 - WRIGHT J., VOGEL J., SAMPSON. J., KNAPIK. J., PATTON J., DANIELS. W. Physical performances and transmeridian flights. *Aviat. Space Environ. Med.*, 1983, 54, 137132-137146.

## EVALUATION OF CREW MEMBERS AGING ON JET-LAG CONSEQUENCES.

*Médecin en Chef Didier LAGARDE\*, Mme Denise BATEJAT\*, Médecin Principal Maurice BEAUMONT\*,  
Médecin Principal Bruno SICARD\*\*, Mr Pascal VAN BEERS\*, Pharmacien Chimiste Principal Christophe PIERARD\*,  
Dr Laurent RAMONT\*, Mr Philippe BILLAUD\*, Mme Françoise CHAUFFARD\*\*\*\*, Dr Johnatan FRENCH\*\*\*.*

*\* Institut de Médecine Aéronautique du Service de Santé des Armées, B.P. 73, 91223 Brétigny sur Orge Cedex, France*

*\*\* Etat-Major de la Marine, Antenne "Programmes", B.P. 55, 83800 Toulon Naval, FRANCE*

*\*\*\* Armstrong Laboratory, Brooks Air Force Base, 2509 Kennedy Circle, Texas 78235-5118, USA*

*\*\*\*\* Centre de Recherche NESTEC S.A., Vers chez les Blanc, P.O. Box 44, CH-1000 Lausanne 26, SUISSE*

### • ABSTRACT

**Introduction :** Travel across multiple time zones triggers a disruption of the body's circadian timing mechanisms of crew members and military force. It entails a desynchronization syndrome which depends on individual sensitivity. Weakness and sleep disorders are usually affected and cognitive (mood and attention) and physical (power and endurance) performances can be decreased.

The purpose of this study is to evaluate a possible effect of age on individual sensitivity for a jet-lag.

**Methods :** The study, which evaluates the influence of age, belongs to a large franco-american study (Pegasus Operation) in which circadian rhythms of resynchronisation and effects of jet-lag on operational performances were observed.

Nine subjects were submitted to an eastbound transatlantic air travel across seven time zones in operational military condition and without pharmacological aids.

The influence of age was evaluated on vigilance and mood tests (visual analog scale, sleep log, Critical Flicker Fusion Frequency), and alertness test (sign cancelation) and physical performances tests (hand grip strength and vertical jumps). Each test was realized twice a day (morning and afternoon) for ten days after the travel.

**Results :** Subjects (aged  $37 \pm 8.2$  years) were distributed in two groups : less than 35 and more than 35.

There was no significant effect of age on physical performances and alertness tests.

The influence of age on Critical Flicker Fusion Frequency test was very limited (it evaluated the cognitive awakening of central nervous system).

According to sleep log test, another test for vigilance, young people had a subjective quality of sleeping lower than veterans, during the second, eighth and ninth nights after jet-lag. The influence of age was only significant from the second to the fifth day : morning of the second day, veterans felt better than young subjects, in ten criteria on sixteen for visual analog scale. This feeling was present the forth and fifth day but in a limited way. Veterans were bored at morning of the eighth day.

About cardiac parameters, orthostatic heart rate is sometimes lower for veterans than youngs.

**Conclusion :** The influence of age seems to be weak on subjects vigilance. Age has an important impact on personal evaluation of mood, especially marked the second and fifth days but without discrimination on physical and cognitive performances.

Thus, this experimentation, realized in operational military conditions, does not confirm review data. Veterans, maybe because of their experience, are not affected by jet-lag in our study conditions.

### 1• INTRODUCTION

During long-haul flights, civilian and also military pilots suffer from jet-lag syndrome. Symptoms are different during military flights, for example during a troops deployment, because of stress and lack of comfort.

Before studying effects of this particular type of jet-lag and evaluating its consequences with aging, and because of the relationship between vigilance and sleep, we would like to begin with a summary of age physiological modifications of sleep. We will continue with an example of jet-lag syndrome in a military situation, and conclude with few recommendations.

### 2• PHYSIOLOGICAL MODIFICATIONS DUE TO AGING

Main deteriorations which occur from 35 are a decrease in circadian rhythms amplitude, a phase advance and a period shortening of temperature, melatonin and light/dark cycle rhythms, an increase in sleep onset latencies and stages 1 and 2, a decrease in Slow Wave Sleep (stages 3 and 4) and REM as a sleep fragmentation (increase in Wake After Sleep Onset) (2, 10, 12). These phenomena could be mainly explained by reduction of retina sensitivity to light and by morphological and chemical changes of suprachiasmatic nuclei and epiphysis (decrease in melatonin secretion). The resulting altered quality of sleep, affects performances and mood of subjects. A detailed study of sleep modifications due to aging will be presented in a next presentation of this symposium.

### 3• JET-LAG SYNDROME

The signification of jet-lag is : "Jet engine airliner time lag syndrome". Many clinical symptoms appear, because of rapid and repeated transmeridian flights (1, 4, 8), such as sleep disturbances with nocturnal insomnia and

diurnal drowsiness, reduction of physical and cognitive performances and sometimes digestive disturbances.

The flying personnel could present chronic effects of jet-lag too, such as gastric ulcers, intestinal disorders, chronic fatigue with insomnia and sometimes a nervous breakdown. The jet-lag etiology is not well known. Three aspects are concerned : the fatigue due to travel (seen also in north-south flights), the slowness and irregularity to adjust endogenous rhythm to new local hour (at least the sleep deprivation) and the capacity to react to this troubles by sleep recovery.

The variability parameters of the jet-lag syndrome are summarised in the following table :

INDIVIDUAL PARAMETERS	ENVIRONMENTAL PARAMETERS
-age	-flight direction
-gender	-noise and temperature levels
-big and small sleepers	-conflict intensity
-morningness and eveningness type	-bedding
-sensitivity to sleep deprivation	-psychological environment

*Table 1 : Variability parameters of the jet-lag syndrome*

#### 4• PEGASUS OPERATION

To illustrate effects of jet-lag and especially the influence of age, we present some results from a real world experiment called "PEGASUS OPERATION".

It is an exemple of troops deployment which induces jet-lag and limited sleep deprivation. This situation provokes fatigue and a decrease of vigilance and performance.

It was an original collaboration between french Air Force, US Air Force, IMASSA (Institut de Médecine Aéropatiale), Armstrong Laboratory and NESTLE Company.

This unique experiment included 3 military planes (KC 135), 60 people were involved. A jet-lag of 7 hours was due to a transmeridian flight between San Antonio (USA) and Mont de Marsan (France), in an operational setting with a representative population (27 healthy subjects, males and females, reservists from US Air Force).

During this experiment we evaluated the subjective and objective vigilance, the physical and cognitive performances, hormonal proportions, and some physiological parameters, i.e. 140 parameters.

These parameters were evaluated during two periods of tests, one on mornings (between 09:00 and 12:00) and another one on afternoons (between 14:00 and 17:00) and were recorded before the flight (reference period during 2 days) and after the flight (recovery period during 10 days). Each period included : Measure of Sleep Latency Test, Visual Analogue Scales, Sleep Log, Critical Flicker Fusion Test, BATP Attention Test, STRES battery, Grip Test, Jump Test and a clinical examination. Other parameters were evaluated at different moments of the day or the night : temperature, actimetry, Visual Analogue Scales (during the flight), EEG, salivary samples (cortisol, melatonin, caffeine).

In this protocol, we compared three situations : placebo versus melatonin versus slow release caffeine (a new galenic form of caffeine : STINERGIC®).

In this paper we interest only in placebo group (9 subjects, 3 women and 6 men ranged from 20 to 46 - 3 less than 35 and 6 more than 36).

To present the methodology of this experiment, a movie of 15 minutes duration was shown during the oral presentation.

#### 5• MAIN RESULTS

Statistical significance was determined by variance analysis with one repeated factor (age) for youngsters and veterans ( $p < 0.05$ ). In case of significative difference, a Newman-Keuls test was made in order to ordinaly classify results.

##### - Influence of jet-lag

We observed that 46 parameters on 140 were disturbed or modified i.e. 33%. These data demonstrate the global penalizing effects of jet-lag on a very large population (men, women from 19 to 46 years old).

We would like to know if aging induced additional modifications on parameters previously disturbed.

##### - Influence of age

##### • Psychological tests

The influence of age is very limited. Results of the Visual Analogue Scales are summarized in the following table :

DAY	CRITERION	VETERANS	YOUNGERS
D1	all	NS	NS
D2	drowsy	-(p=0.018)	+(p=0.018)
	clear-headed	+(p=0.004)	-(p=0.004)
	energetic	+(p=0.006)	-(p=0.006)
	tranquil	+(p=0.024)	-(p=0.024)
	quick-witted	+(p=0.001)	-(p=0.001)
	dreamy	-(p=0.006)	+(p=0.006)
	proficient	+(p=0.004)	-(p=0.004)
	amicable	+(p=0.014)	-(p=0.014)
	gregarious	+(p<0.001)	-(p<0.001)
	contented	+(p=0.044)	-(p=0.044)
	interested	NS	NS
	strong	NS	NS
	well-coordinated	NS	NS
	relaxed	NS	NS
	happy	NS	NS
	calm	NS	NS
D3	all	NS	NS
D4	calm	+(p=0.023)	-(p=0.023)
	relaxed	+(p=0.044)	-(p=0.044)
	proficient	+(p=0.045)	-(p=0.045)
	others	NS	NS
D5	dreamy	-(p=0.011)	+(p=0.011)
	others	NS	NS
D6	all	NS	NS
D7	all	NS	NS
D8	interested	-(p=0.039)	+(p=0.039)
	others	NS	NS
D9	all	NS	NS
D10	all	NS	NS

*Table 2 : Influence of age in Visual Analogue Scales*

In summary, on morning of the second day, veterans felt better than young subjects in ten criteria on sixteen. This could be due to a best sleep quality for veterans, as demonstrated in the Sleep Log test the second night ( $p<0.01$ ), the eighth night ( $p<0.05$ ) and the ninth night ( $p<0.05$ ) after jet lag. This influence of age was also observed the fourth and fifth days, but in a limited way. It is also interesting to notice that on morning of the eighth day, veterans had a feeling of boredom. So it appears that the age had a positive effect on vivacity (the second day of resynchronization), other criteria were not modified.

The C.F.F. test also showed an influence of age. Young people had higher fusion frequencies than veterans the first day ( $p=0.044$ ) and the eighth day ( $p=0.015$ ), only on afternoon sessions, never on mornings. This should demonstrate a small decrease in veterans vigilance on afternoon.

According to other alertness tests, no significant effect of age was observed (BATP, STRES Battery, MSLT).

#### • Physical tests

Results from the different tests are summarized in the following table :

TEST	VETERANS	YOUNGERS
Grip Test	NS	NS
Jump Test (squat and multiple)	NS	NS

Table 3 : Influence of age in physical tests

Any difference due to age was observed in physical performance.

#### • Hormonal tests

Two parameters were evaluated in salivary samples : melatonin and cortisol. Results are summarized in the following table :

HORMON	VETERANS	YOUNGERS
Melatonin	NS	NS
Cortisol	NS	NS

Table 4 : Influence of age in hormonal measurements

Whatever the hormone tested, no significant influence of age was observed.

#### • Clinical parameters

Two main cardiovascular parameters were evaluated : blood pressure and heart rate.

Concerning the blood pressure, no significant effect of age was observed between veterans and youngers. However, it is interesting to notice that jet-lag induced an increase in blood pressure comparable for veterans and young people.

About heart rate measurements, orthostatic heart rate was lower for veterans the second day ( $p=0.047$ ), the

third day ( $p=0.003$ ), the fourth day ( $p=0.007$ ), the fifth day ( $p=0.01$ ), the sixth day ( $p=0.036$ ) and the ninth day ( $p=0.016$ ). No significant difference was observed for decubitus heart rate.

#### 6• DISCUSSION

This experimentation shows that after jet-lag, veterans feel better than young people and have a best sleep quality (total sleep time is longer). In particular, no significant difference between youngs and veterans was pointed out on the quietude and the well-being, and a positive effect was observed on vivacity.

These results can be explained by the fact that the little decrease in veterans physical performance (due to jet-lag) is balanced by their experience and training which allow them to get similar results as youngers.

Moreover, it is interesting to notice that jet-lag has globally the same cardiac effects for youngers and veterans. However, for veterans, the orthostatic heart rate is sometimes lower. This could confirm that after jet-lag, veterans are less stressed and have a best adaptation because of their experience.

This study shows that the influence of age is very limited for veterans, as well on physical as psychological approach. It tends to demonstrate that in operational military conditions, veterans would have the same performances than youngers.

These results would be more different if the older veteran would have more than 46. More variations are found in the literature (7, 9, 13) in which subjects are generally older than in our situation ; in middle age and elderly, physical and cognitive performances are disturbed.

#### 7• RECOMMENDATIONS

Between 20 and 45 years old and more obviously after 45 years old, it is advised to take some counter-measures to beat jet-lag.

In the case of an operational situation, recommendations are :

- to stay awake after a transmeridian flight is recommended to expose himself to day light, to participate to social activities and to do physical exercise. It is possible also to major the efficiency of these measures or to replace them, by taking a pill of slow release caffeine (STINERGIC®) (5, 11).

- to facilitate sleep recovery, it is not recommended to sleep during the 10 hours preceding time to go to bed (in local time), but taking a pill of zolpidem (STILNOX®, AMBIEN®,...) just before going to a good bed - as comfortable as possible - is recommended (5) if the subjects have 4 to 6 hours free to rest(3).

But in an operational setting, we do not recommend taking melatonin as an hypnotic or a chronobiotic substance, if the right dose and the right time of administration are not well known. Too much coffee (caffeine solution), because of its side effects, is not recommended ; alcohol is prohibited (6).



## 8• CONCLUSION

In military condition the influence of age in jet-lag syndrome seems to be limited. Nevertheless, some parameters need attention : the orthostatic heart rate or the modified sleep parameters. Some easy and safe countermeasures exist to facilitate recovery after an operationnal transmeridian flight.

## • ACKNOWLEDGMENTS

Thanks are due to Marc CATRYCKE and Stéphane DRUGEAULT for assisting in writing this paper.

## • REFERENCES

- 1 - ARENDT. J., ALDHOUS M., ENGLISH J., MARKS V. And ARENDT J-H. Some effects of jet lag and their alleviation by melatonin. *Ergonomia*, 1987, 30, 1379-1393.
- 2 - BLOIS R., FEINBERG I., GAILLARD J.M., KUPFER D.J. and WEBB W.B. Sleep in normal and pathological aging. *Experientia*, 1983, 39, 551-558.
- 3 - JEANNEAU A., LAGARDE D. D'une utilisation rationnelle des hypnotiques en aéronautique. *Med. Aéro. Spat.*, 1990,29, 132-142.
- 4 - LAGARDE. D. Décalage horaire - mettre les pendules biologiques à l'heure. *Le Concours Médical*, 1995, 3483-3488.
- 5 - LAGARDE D. Place de la pharmacopée dans la prévention du décalage horaire. *Bull. Soc. Path. Ex.*, 1997, 90, 291-292.
- 6 - LAGARDE D., DOIREAU Ph. Le décalage horaire. *Med. Trop.*, 1997, 57, 489-492.
- 7 - MOLINE. M., ZENDELL S. Le jet-lag, syndrome de décalage des transports aériens intercontinentaux - aspects actuels. *Bull. Veille-Sommeil*, 1991, 12-19.
- 8 - O'CONNOR. P., MORGAN. W., KOLTYN K., RAGLIN J., TURBER J. and KALIN N. Air travel across four time zones in college swimmers. *J. Appl. Physiol.*, 1991, 70, 756-763.
- 9 - REILLY. T., ATKINSON G., WATERHOUSE. J. Travel fatigue and jet-lag. *J. of Sports Sci.*, 1997, 15, 365-369.
- 10 - SCOTT R. and BUNDLIE M.D. Sleep in aging. *Geriatrics*, 1998, 53, S41-S43.
- 11 - SICARD B, LAGARDE D, BATEJAT D, CHAUFFARD F, ENSLEN M, TACHON P. Slow release caffeine : a valid pharmacological countermeasure, In AGARD CP-599 AMP Symposium on aeromedical support issues in contingency operation, held in Rotterdam, The Netherlands, Octobre 1997, 11-5-11-7.
- 12 - WEBB W.B. Age-related changes in sleep. *Clin. Geriatr. Med.*, 1989, 5, 275-287.
- 13 - WRIGHT J., VOGEL J., SAMPSON. J., KNAPIK. J., PATTON J., DANIELS. W. Physical performances and transmeridian flights. *Aviat. Space Environ. Med.*, 1983, 54, 137132-137146.